

**SISTEM DE ACHIZIȚIE PENTRU
MONITORIZAREA TEMPERATURII
ȘI UMIDITĂȚII CU AJUTORUL
SENZORULUI INTEGRAT SHT11 ȘI A
MICROCONTROLLERULUI PIC16F877**

Asist. Ing. Daniela Lavinia Nebunu,
*Universitatea “Constantin Brâncuși” Tg-
Jiu*

Ing. Nicolae Antonie, *Universitatea
“Constantin Brâncuși” Tg- Jiu*

Asist. Ing. Constantin Cristinel Vilan,
*Universitatea “Constantin Brâncuși” Tg-
Jiu*

Abstract: În unele din aplicațiile industriale, și nu numai, se cere o monitorizare riguroasă a umidității relative și a temperaturii. În lucrarea de față prezentăm realizarea unui sistem de achiziție pentru monitorizarea temperaturii și umidității, sistem realizat cu ajutorul unui senzor integrat de tipul SHT11 și cu un microcontroler de tip PIC16F877.

**Descrierea sistemului de achiziție și
monitorizare cu PIC16F877 și senzorul
integrat SHT11**

Senzorul integrat SHT11 face parte din familia de senzori integrați Sensirion, alături de SHT10 și SHT15.

Acest tip de senzor integrat, pe lângă dimensiunile foarte reduse mai prezintă și avantajul că are înglobată în aceeași capsulă un senzor de temperatură, un senzor de umiditate, un circuit de prelucrare și conversie analog numerică, dar și un circuit de transmisie serială.

Acest tip de senzor are la bază tehnologia CMOS, tehnologie ce-i asigură o fiabilitate ridicată, cât și o stabilitate în funcționare pe timp îndelungat.

Semnalele preluate de la senzorii interni sunt aplicate imediat pe un convertor analog numeric pe 14 biți (convertor intern al senzorului) iar apoi sunt transmise circuitului de transmisie serială încorporat. Apoi datele sunt transmise, pe un protocol serial, microcontrolerului PIC16F877.

**ACQUISITION SYSTEM FOR
MONITORING THE TEMPERATURE
AND HUMIDITY USING SHT11
INTEGRATED SENSOR AND
PIC16F877 MICROCONTROLLER**

Asist. Eng. Daniela Lavinia Nebunu,
„Constantin Brâncuși” University, Tg-Jiu

Eng. Nicolae Antonie, *„Constantin
Brâncuși” University, Tg-Jiu*

Asist. Eng. Constantin Cristinel Vilan,
„Constantin Brâncuși” University, Tg-Jiu

ABSTRACT: In some industrial applications, and not only, is required a rigorous monitoring of relative humidity and temperature. In this paper we present the implementation of a acquisition system for monitoring the temperature and humidity, system made using a SHT11 integrated sensor and a PIC16F877A microcontroller.

**The description of acquisition and
monitoring system with SHT11 integrated
sensor and PIC16F877A
microcontroller.**

SHT11 integrated sensor belongs to the family of Sensirion integrated sensor together with SHT10 și SHT15.

This integrated sensor, in addition to very small size also presents the advantage that has incorporated in the same capsule a temperature sensor, a humidity sensor, a processing and analog digital conversion circuit, and a serial transmission circuit.

This integrated sensor present.

This type of sensor is based on CMOS technology, technology that assures high reliability and operational stability for a long time.

Signals taken from internal sensors are applied immediately on a digital analog converter on 14 bits (converter that is incorporated in sensor) and then transmitted to the serial transmission circuit who is also incorporated. Then the data is sent to the PIC16F877A microcontroller on a serial

O altă particularitate importantă a acestui tip de senzor este aceea că este auto-calibrat, ceea ce prezintă un mare avantaj în utilizare deoarece în cazul înlocuirii senzorului, aplicația poate fi imediat repusă în funcțiune, câștigându-se astfel un timp prețios.

Pentru conectarea la senzorul SHT11 este necesară respectarea anumitor pași:

- se inițializează secvența de reset (se așteaptă o perioadă de 9 impulsuri ca semnalul DATA să se mențină la nivel high;
- se inițializează secvența de start iar semnalul DATA e trecut din low în high;
- se recepționează de către senzor cei trei biți de adresă urmați de alți cinci biți de comandă (de exemplu 00011 pentru măsurarea temperaturii iar 00101 pentru măsurarea umidității);
- se convertește semnalul util și se obțin biții de date ce sunt apoi transmiși sub protocol serial spre microcontrolerul PIC 16 F877.

Conectarea acestui tip de senzor la microcontroler se face prin intermediul a doi pini.

Pinul DATA al senzorului (3) se conectează la pinul RC4 (23) al microcontrolerului și printr-un rezistor la tensiunea de alimentare.

Pinul SCK al senzorului (4) se conectează direct la pinul RC3 (18) al microcontrolerului.

Pinul Vdd al senzorului se conectează la tensiunea de alimentare împreună cu un condensator de 100nF iar pinul GND este conectat la potențialul de masă al circuitului. (figura 1).

În figura 1 este prezentată diagrama de semnale reprezentând secvența de reset la conectare.

protocol.

Another important feature of this type of sensor is that it is calibrated in construction, which is a great advantage, because if the sensor must be replaced during operation, the application can be immediately put back into service, thus earning a valuable time.

To connect at the SHT11 sensor are necessary the next steps:

- is initialized the reset sequence (for a period of 9 impulses is expected that the DATA signal is maintain at the high level);
- is initialized the start sequence and the DATA signal is changed from low level in high level;
- the sensor receives the three address bits followed by the other five control bits (example: 00011 for measuring temperature and 00101 for humidity measurement);
- the useful signal is converted obtaining data bits, which are then transmitted in serial protocol to the PIC16F877 microcontroller.

This type of sensor is connecting to the microcontroller through two pins.

DATA pin of the sensor (3) is connected to RC4 pin of the microcontroller (23) and, through a resistor, at the supply voltage.

SCK pin of the sensor (4) is connected directly RC3 pin of the microcontroller (18).

Vdd pin of the sensor is connected at the supply voltage together with a 100nF capacitor and GND pin is connected at ground potential of the circuit (Figure 1)

In Figure 1 is presented diagram of the signal that represents the reset sequence at the connection.

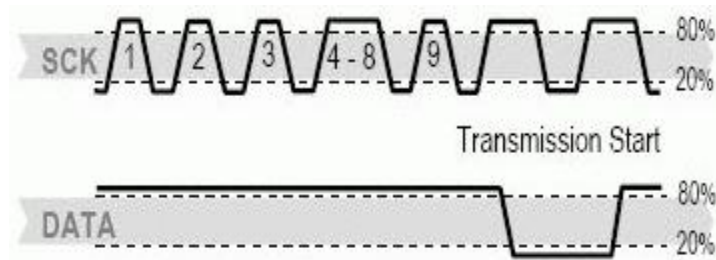


Fig.1. Secvență reset
Figure 1. Reset sequence

Se observă în această figură perioada de timp în care semnalul de pe linia DATA trebuie menținut la valoarea high pentru a inițializa transmisia.

În figura 2 se prezintă diagrama de semnale a senzorului integrat SHT11.

We can see in this figure the time period where the signal from the DATA line must be maintained at the high value to initialize the transmission.

In Figure 2 is presented the signal diagram of SHT11 integrated sensor.

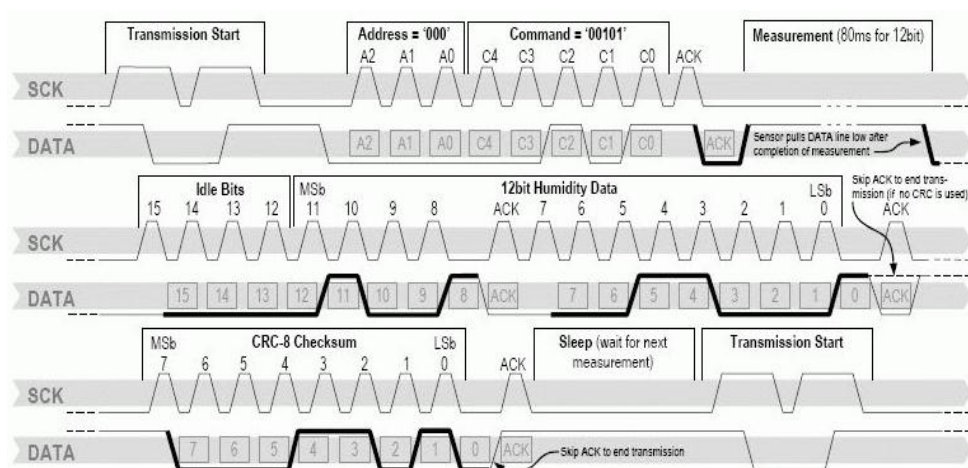


Fig.2. Diagrama senzorului pentru măsurarea temperaturii și umidității relative
Fig. 2. The signal diagram of the sensor for measurement the temperature and

Se observă din figura anterioară că liniile îngroșate din diagramă sunt semnalele controlate de către senzor iar cele simple reprezintă semnalele de la microcontroler.

Microcontrolerul PIC16F877 face parte din clasa medie a microcontrolerelor fabricate de firma Microchip, are o structură de tip Harvard și o unitate centrală de prelucrare de tip RISC.

Caracteristicile de baza sunt:

- CPU RISC (Reduced Instruction Set

In Figure 2 is seen that the bold lines from the diagram are the signal controlled by the sensor and the simple lines are the signals from the microcontroller.

PIC16F877A microcontroller belongs to the class of microcontrollers manufactured by Microchip, is a Harvard-type structure and a central processing unit type RISC.

Basic feature are:

- CPU RISC (Reduced Instruction

Computing), adică are un set redus de instrucțiuni care-i permite lucrul mai rapid decât al unui controller cu set extins;

- 35 de instrucțiuni de un singur cuvânt;
- toate instrucțiunile sunt executate într-un singur ciclu, cu excepția celor ce determină salturi;
- frecvența de operare maximă este de 20MHz, 200ns/instrucțiune;
- memorie FLASH de 8K x 14 biți;
- memorie RAM 368 x 8 biți;
- memorie EEPROM 256 x 8 biți;
- maxim 14 surse de întreruperi mascabile;
- stivă hardware pe 8 nivele;
- moduri de adresare directă, indirectă și relativă;
- tensiune de alimentare de la 2.0V la 5.5V;
- curent debitat/absorbit de 25mA/pin;
- putere consumată mică, sub 0.6mA la 3V și 4MHz;
- trei contoare, din care TIMER0 pe 8 biți, TIMER1 pe 16 biți, TIMER2 pe 8 biți, fiecare cu câte o funcție specială, două ieșiri PWM;
- convertor A/D pe 10 biți;
- port serial RS232 încorporat;
- capsulă DIP40 (Dual In-line Plastic, 40 de pini).

Microcontrolerul lucrează la o frecvență de 5MHz (fiecare instrucțiune are 4 cicluri, deci $20/4=5$ MHz frecvență de tact). Aceasta face ca o instrucțiune să fie executată în 200ns. Se va folosi un contor (timer) pe 8 biți, TIMER0, pentru a determina o bază de timp de 200ms.

Există o serie de periferice în structura microcontrolerului precum contoare, module PWM, capture, compare, circuite de comunicație serială și paralelă precum și un convertor analog-digital multicanal cu o rezoluție de 10 biți.

Toate aceste caracteristici au făcut ca acest microcontroler să fie ales de către noi pentru realizarea sistemului de achiziție și monitorizare prezentat în figura 3:

Set Computing)- that has a reduced instruction set that allows him to work faster than an extensive set controller;

- 35 single word instructions;
- all instructions are executed in one cycle, except those that cause jumps;
- maximum operating frequency is 20MHz, 200ns/instruction;
- memory FLASH de 8K x 14 bits;
- memory RAM 368 x 8 bits;
- memory EEPROM 256 x 8 bits;
- maximum 14 masked interruptions sources;
- 8-level hardware stack;
- direct, indirect and relative addressing ways;
- the supply voltage from 2.0V at 5.5V;
- debited/absorbed current 25mA/pin;
- low power consumed, under 0.6mA at 3V and 4MHz;
- three timers, which TIMER0 at 8 bits, TIMER1 at 16 bits, TIMER2 at 8 bits, each with a special function, two PWM outputs;
- A/D converter at 10 bits;
- incorporated RS232 serial port;
- DIP40 capsule (Dual In-line Plastic, 40 pins).

Microcontroller working at a frequency of 5 MHz (each instruction takes 4 cycles, so $20/4 = 5$ MHz clock frequency). This makes an instruction to be executed in 200ns. Will be use a 8-bits timer, TIMER0, to determine a time basis for 200ms.

There are a number of peripheral in microcontroller structure, such as timers, PWM modules, capture, compare, serial and parallel communication circuits and multichannel analog-digital converter with a 10-bits resolution.

All these features have made us to choose this microcontroller by us to achieve the acquisition and monitoring system presented in Figure3.

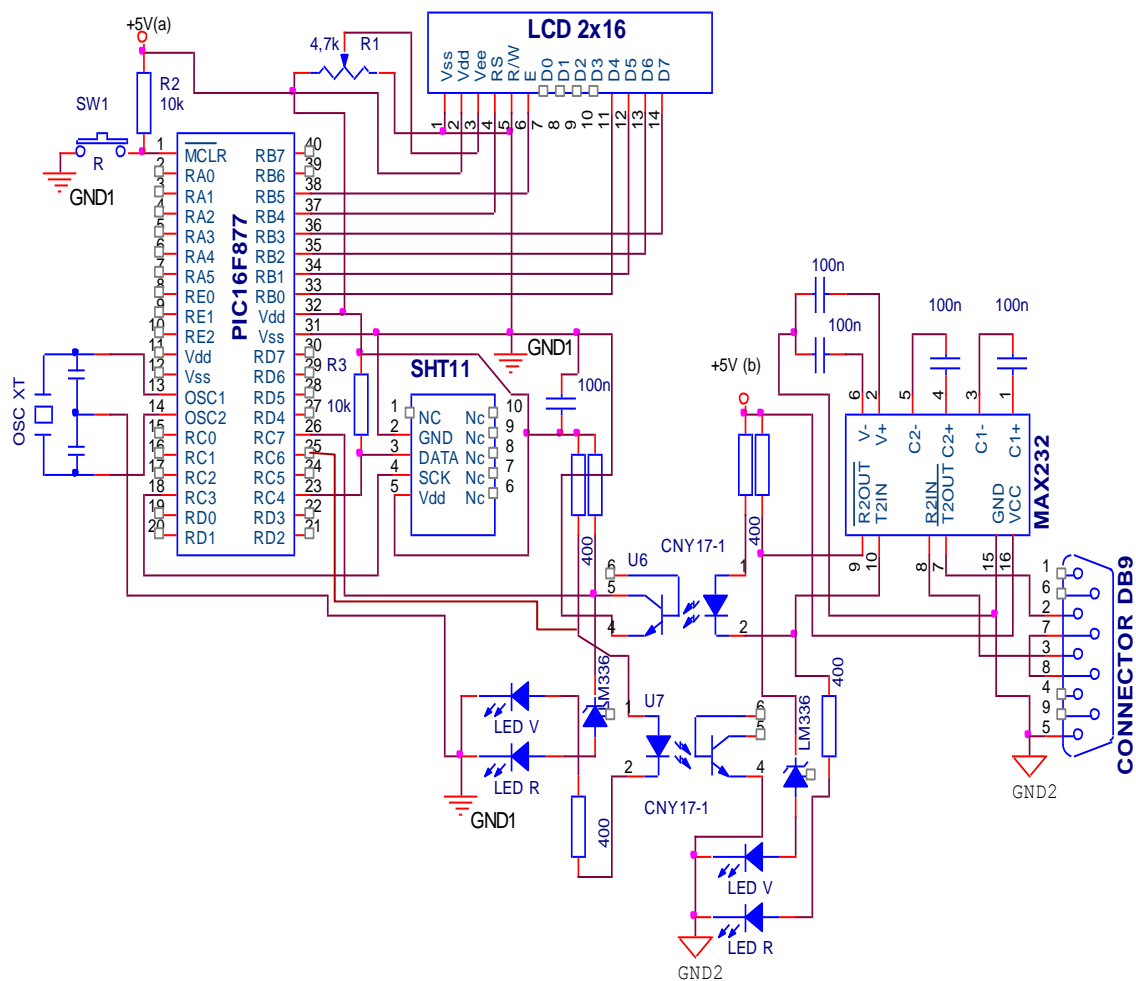


Fig.3. Schema electronică a sistemului de achiziție și monitoriuare
 Fig.3. Electronic scheme of the acquisition and monitoring system

Se observă din figura anterioară că pe lângă senzorul integrat SHT11, la microcontrolerul PIC16F877A mai este conectat și un afișaj LCD cu 2 linii și 16 coloane.

Acest afișaj este conectat prin intermediul a 4 linii de date și 3 linii de comandă la portul B al microcontrolerului.

Potențiometrul R1 are rolul de a regla luminozitatea afișajului pentru o cât mai bună vizibilitate.

În principiu după alimentarea circuitului electronic sau resetarea microcontrolerului, acesta parcurge secvența de inițializare, comunică prin intermediul celor 2 pini RC3 și RC4 cu senzorul SHT11 de la care primește datele referitoare la temperatură și umiditate sub formă serială.

Seen from Figure 3 that in the PIC16F877A microcontroller, in addition to integrated sensor SHT11, is connected a LCD display with 2 lines and 16 columns.

This display is connected through a four data lines and three control lines to port B of the microcontroller.

Potentiometer R1 is to adjust display brightness for a better visibility. In principle, after powered the electronic circuit or after reset the microcontroller it go through the initialization sequence, communicating through the RC3 pin and RC4 pin with SHT11 sensor, received from him, in serial mode, data of the temperature and humidity.

Once received the data are transmitted to the LCD through the four data lines and

Odata primite aceste date sunt transmise către afișajul LCD prin intermediul celor 4 linii de date și al liniilor de comandă.

În programul intern al microcontrolerului este implementată și procedura de afișare pe LCD și s-a convenit ca pe prima linie să se afișeze temperatura iar pe linia următoare umiditatea.

De altfel sistemul de achiziție mai este prevăzut și cu un modul de comunicație serială ce are la bază circuitul MAX232 care are rolul de a converti semnalele TTL preluate de la microcontroler în semnale în domeniul $\pm 12V$, cât și invers.

Acest circuit necesită un număr minim de componente pentru funcționare și anume doar 4 condensatoare poziționate ca în figura anterioară.

Se mai observă aici prezența a 2 optocuploare ce au rolul de izolare galvanică, prin intermediul transmisiei seriale dintre placa de achiziție și calculator.

Pentru buna funcționare a sistemului de achiziție prezentat este necesară o sursă de alimentare formată din 2 surse de $+5V_{cc}$ separate galvanic și de o sursă dubla de $\pm 12V_{cc}$ (nefigurată în schemă).

CONCLUZII

Există multe situații în care este necesară o monitorizare riguroasă a umidității relative și a temperaturii. Particularitățile și avantajele senzorului integrat SHT11 și ale microcontrolerului PIC16F877, prezentate detaliat în această lucrare, justifică utilizarea acestora în realizarea unui sistem de achiziție pentru monitorizarea temperaturii și umidității.

Referințe:

- [1]. Antonie, N., Borcoși, I., Dincă, A., Ionescu, M., FOC Control System of AC Machines, Analele Universitatii „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, Seria Inginerie, no.2/2008,ISSN 1844 – 4856, pag. 307-312.
- [2]. Antonie, N., Borcoși, I., Ionescu, M., Acquisition and development szstem with PIC16F84 and PIC16F877 microcontrolers,

control lines.

In the microcontroller's internal program is implemented the display procedure on the LCD and agreed that on the first line to display the temperature, and on the next line to display the humidity.

Besides acquisition system is provided with serial communication module that is based on MAX232 circuit which is designed to convert TTL signals, taken from the microcontroller, in the electrical signal with range of variations $\pm 12V$ and reverse.

This circuit requires a minimum number of components for functioning, more precisely, four capacitors positioned as are shown in Figure 3.

Is observed here that are present two optocouplers which are designed to galvanically isolate, through serial transmission between the acquisition board and the computer.

For proper functioning of the acquisition system is now needed a power source consists of two sources of $+5 VDC$ galvanic isolation and a $\pm 12 VDC$ dual source (are not figured in the scheme).

CONCLUSIONS

There are many situations which requires rigorous monitoring of relative humidity and temperature. Features and advantages of SHT11 integrated sensor and PIC16F877A microcontroller, detailed in this paper, justify their use in a acquisition system for monitoring temperature and humidity

References:

- [1]. Antonie, N., Borcoși, I., Dincă, A., Ionescu, M., FOC Control System of AC Machines, Analele Universitatii „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, Seria Inginerie, no.2/2008,ISSN 1844 – 4856, pag. 307-312.
- [2]. Antonie, N., Borcoși, I., Ionescu, M., Acquisition and development szstem with PIC16F84 and PIC16F877 microcontrolers, Analele Universitatii „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, Seria Inginerie, no.3/2010, ISSN

Analele Universitatii „Constantin Brancusi” din Tg. Jiu, Seria Inginerie, no.3/2010, ISSN 1842 – 4856, pag. 293-301.

[3]. Borcosi I., Onisifor O., Popescu M.C., Antonie N., "A Method to Protect from no Pulse for a Three-Phase Rectifier Bridge Connected with the Resistive-Inductive Load", Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematical and Computational Methods in Science and Engineering, Bucharest, November 2008, pp.146-152.

[4]. Borcosi I., Olaru O, Popescu M.C., Antonie N., "Method to Protect from no Pulse for a Three-Phase Rectifier Bridge", International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, January 2009, pp.473-482.

[5]. Borcoși Ilie, Olaru Onisifor, Popescu Marius-Constantin, Dinca Alina, Antonie Nicolae, Ionescu Marian, Device with Analogical Circuits for Protection to the Lack of the Pulse for the Three-Phase Rectifiers in Electrical Drive, INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICAL MODELS AND METHODS IN APPLIED SCIENCES, Issue 4, Volume 2, December 2008, ISSN: 1998-0140, pp. 483-492.

[6]. Ilie Borcoși, Onisifor Olaru, Nicolae Antonie, Device for Protection to the Lack of the Pulse for the Tri-Phase Rectifiers in Bridge, International Journal of Coputers, Communications& Control, ISSN 1841-9836, E-ISSN 1841-9844, Vol. III, 2008, pp. 196-200.

[7]. Ilie Borcosi, Alina Dincă, Daniela Nebunu , Antonie Nicolae , High performance digital control system of ac machines, Annual of University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“, Sofia, vol. 51, Part III, Mechanization, electrification and automation in mines, 2008, ISSN 1312-1820, pp. 23-26;

[8]. Ilie Borcosi, Alina Dincă, Daniela Nebunu , Antonie Nicolae , Vector control of induction machines, Annual of University of Mining and Geology „St. Ivan

1842 – 4856, pag. 293-301.

[3]. Borcosi I., Onisifor O., Popescu M.C., Antonie N., "A Method to Protect from no Pulse for a Three-Phase Rectifier Bridge Connected with the Resistive-Inductive Load", Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematical and Computational Methods in Science and Engineering, Bucharest, November 2008, pp.146-152.

[4]. Borcosi I, Olaru O, Popescu M.C., Antonie N., "Method to Protect from no Pulse for a Three-Phase Rectifier Bridge", International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, January 2009, pp.473-482.

[5]. Borcoși Ilie, Olaru Onisifor, Popescu Marius-Constantin, Dinca Alina, Antonie Nicolae, Ionescu Marian, Device with Analogical Circuits for Protection to the Lack of the Pulse for the Three-Phase Rectifiers in Electrical Drive, INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICAL MODELS AND METHODS IN APPLIED SCIENCES, Issue 4, Volume 2, December 2008, ISSN: 1998-0140, pp. 483-492.

[6]. Ilie Borcoși, Onisifor Olaru, Nicolae Antonie, Device for Protection to the Lack of the Pulse for the Tri-Phase Rectifiers in Bridge, International Journal of Coputers, Communications& Control, ISSN 1841-9836, E-ISSN 1841-9844, Vol. III, 2008, pp. 196-200.

[7]. Ilie Borcosi, Alina Dincă, Daniela Nebunu , Antonie Nicolae , High performance digital control system of ac machines, Annual of University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“, Sofia, vol. 51, Part III, Mechanization, electrification and automation in mines, 2008, ISSN 1312-1820, pp. 23-26;

[8]. Ilie Borcosi, Alina Dincă, Daniela Nebunu , Antonie Nicolae , Vector control of induction machines, Annual of University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“Sofia, 2008;

[9]. Marius-Constantin Popescu , Ilie

Rilski“Sofia, 2008;

[9]. Marius-Constantin Popescu , Ilie Borcoși, Onisifor Olaru, Luminița Popescu, Florin Grofu, Simulation Hybrid Fuzzz Control of SCARA Robot, 2007, Proceedings of the 3rd WSEAS International Conference on Applied and THEORETICAL MECHANICS (Mechanics '07), Tenerife, Spain, December 14-16, 2007, pag. 175-180 Published by WSEAS Press, ISBN: 978-960-6766-19-0, ISSN: 1790-2769;

[10]. Popescu M.C., Mastorakis N., Borcosi I., Popescu L., Asynchronous Motors Drive Systems Command with Digital Signal Processor, International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, Issue 2, Vol.3, pp.64-73, 2009.

[11]. Paturca, S., V., Covrig, M., Cepisca, C., Serita, G., Proposed Schemes for Improving the Steady State Behaviour of Direct Torque Controlled Induction Motor, Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Power Systems, Beijing, China, September 15-17, 2007, pp. 53-58.

[12]. PIC 16F877 Datasheet 28/40-Pin CMOS FLASH Microcontrollers.

[13]. LSHT11 Datasheet, Humidity and Temperature Sensor IC.

Borcoși, Onisifor Olaru, Luminița Popescu, Florin Grofu, Simulation Hybrid Fuzzz Control of SCARA Robot, 2007, Proceedings of the 3rd WSEAS International Conference on Applied and THEORETICAL MECHANICS (Mechanics '07), Tenerife, Spain, December 14-16, 2007, pag. 175-180 Published by WSEAS Press, ISBN: 978-960-6766-19-0, ISSN: 1790-2769;

[10]. Popescu M.C., Mastorakis N., Borcosi I., Popescu L., Asynchronous Motors Drive Systems Command with Digital Signal Processor, International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, Issue 2, Vol.3, pp.64-73, 2009.

[11]. Paturca, S., V., Covrig, M., Cepisca, C., Serita, G., Proposed Schemes for Improving the Steady State Behaviour of Direct Torque Controlled Induction Motor, Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Power Systems, Beijing, China, September 15-17, 2007, pp. 53-58.

[12]. PIC 16F877 Datasheet 28/40-Pin CMOS FLASH Microcontrollers.

[13]. LSHT11 Datasheet, Humidity and Temperature Sensor IC.